动 物 学 研 究 1994, 15 (增刊): 158—165　　CN 53-1040/Q　ISSN 0254-5853
Zoological Research

中国西南部三种湍蛙的核型与带型的比较研究*

刘万兆　杨大同
(中国科学院昆明动物研究所　昆明　650223)

摘要　本文研究了中国西南部3种湍蛙的核型、C-带及Ag-NORs。就核型而言，除雄性棘皮湍蛙比较特殊，具有27条染色体外，3种湍蛙的核型基本形式都是2n=26(NF=52)，由5对大型染色体和8对小型染色体组成，与其他蛙科种类的核型相类似。但是染色体形态，如臂比值和次缢痕的位置和数目存在一定差异。C-带显示的结果表明，湍蛙类的染色体上结构异染色质区域比较多，尤其是居间区C-带比较多，这表明湍蛙类的核型是比较特化的。其中棘皮湍蛙的居间区和端部C-带最多。3种湍蛙的Ag-NORs都位于No. 6的短臂上，与该染色体上的次缢痕位置相一致。比较3种之间的异同，认为棘皮湍蛙与金江湍蛙核型和带型的相似程度较大，而绿点湍蛙则比较特殊。

雄性棘皮湍蛙的二倍体染色体数是27，即有一条染色体不能配对，经过对其形态、C-带等的研究，认为该染色体为性染色体，其相对长度介于No. 6和No. 7之间(RL=6.26)，臂比值为1.32(m)，C-带显示该染色体几乎完全异染色质化，表明该染色体为特化的Y染色体。在其余各对中未见异形现象。

金江湍蛙(*A. jinjiangensis*)被认为是凉山湍蛙(*A. liangshanensis*)的同物异名，本文经与凉山湍蛙的核型资料比较，发现二者差异明显，可能二者都是独立有效种。

关键词　湍蛙属，核型，C-带，Ag-NORs

湍蛙属(*Amolops*)是蛙科(Ranidae)湍蛙亚科(Amolopinae)中一个比较大的类群，共有20余种，主要分布于东南亚大陆，我国有18种。湍蛙类基本上都生活于流溪型生境中，由于生境特殊，发展了很多独特特征，如蝌蚪腹面有一个大吸盘，成体指、趾端膨大为吸盘等，被认为是蛙科中比较特化的一个类群。Yang(1991)研究了所有种，将其分为3个属，我国产种类绝大多数仍归属于*Amolops*属。庞家庆等(1992)进一步将*Amolops*分成3个种组，其中西南种组所包含的种类最多，主要是横断山地区的种。湍蛙类在中国西南部物种分化程度很高，分布最集中。然而，有些种间形态上的差异不太显著，因此分类上难免出现混乱和反复。近十余年来，吴贯夫等(1984，1985，1987)分别报道了横断山数种湍蛙的核型，解决了不少分类问题，如恢复了康定湍蛙(*A. kangtingensis*)的种名，还以核型资料为主要依据订立了新种凉山湍蛙(*A. liangshanensis*)。这表明湍蛙类的核型资料在分类和进化研究中具有重要参考价值。近几年，我们在进行湍蛙类进化研究的过程中积累的资料表明，在中国西南部湍蛙的物种形成过程中，染色体变异可能是主要的物种形

* 中国科学院分类区系专项基金和昆明动物研究所细胞与分子进化开放研究实验室资助项目

本文1994年9月9日收到，同年12月3日修回

成方式之一。

本文报道了中国西南部 3 种湍蛙的核型、C–带及 Ag–NORs，并据此探讨它们的分类和进化问题。

1　材料和方法

1.1　动物标本

棘皮湍蛙(*A. granulosus*)：4♂♂、5♀♀，1993 年 9 月采自四川省大邑县。

金江湍蛙(*A. jinjiangensis*)：2♂♂、4♀♀，1994 年 7 月采自云南省德钦县和中甸县(模式标本产地)。

绿点湍蛙(*A. viridimaculatus*)：分别于 1991 年 6 月采自云南省景东县无量山(2♂♂、2♀♀)和 1993 年 5 月采自云南省腾冲县高黎贡山(3♂♂、1♀，模式标本产地)。

1.2　染色体标本制作及 C–带和 Ag–NORs 的显示和观察

染色体标本片均由骨髓细胞低渗处理的方法制得。活体动物先以 10 μg／g 体重腹腔注射秋水仙素，10 至 15 h 后，处死动物取出股骨和腓骨。制片方法有两种：(1) 改进的 Kimura 的蒸汽固定法(吴政安，1984)：用低渗液(0.4%KCl)直接将骨骼细胞冲到玻片上，低渗处理 30—45 min，乙醇∶冰乙酸∶水＝1∶2∶3 蒸汽固定 90 min，以无水乙醇再蒸汽固定 10 min，最后取出玻片滴几滴卡诺固定液，晾干。一般在野外采用这种方法，在多数情况下可得到满意的结果，但有时用此法制得的标本片在作显带处理时结果不能令人满意。(2) 常规空气干燥法：低渗 40 min，冰醋酸∶甲醇(1∶3)固定两次，每次不少于 15 min，滴片，晾干。一般在实验室采用这种方法。

10%Giemsa (pH 6.8)染色 10 min，镜检。每种观察 100 个以上中期相以确定染色体数目；选择 10 个较好的拍照、放大、测量，以确定染色体形态。

C–带方法参照 Sumner(1972)的 BSG 法，半个月以内片龄的片子，在 38℃保温条件下，在 5%$Ba(OH)_2$ 溶液中处理 7—10 min，2× SSC 溶液 65℃温育过夜，10% Giemsa(pH 6.8)染色 5 min。观察 10 个以上中期相，确定 C–带带型。

Ag–NORs 染色法参照 Howell 等(1980)的一步染色法。观察 10 个以上中期相，确定 Ag–NORs 的位置。

染色体分类按 Green 等(1980)的方法进行。

2　结果

2.1　核型

3 种湍蛙的核型的基本组成与多数蛙科种类的基本形式相类似，都是 2 n＝26(NF＝52)，由 5 对大型染色体和 8 对小型染色体组成。雄性棘皮湍蛙的核型很特殊，具有 27 条染色体，即具有 1 条不能配对的染色体，该染色体的相对长度介于 No. 6 和 No. 7 之间，臂比值为 1.32。由于该染色体始终出现在雄性中，可能是性染色体。暂将其记为 Y(见图版Ⅰ：A1，D，E)。3 种湍蛙的核型组成虽相似，但是染色体形态有一定差异。棘皮湍蛙的 Nos. 2、3 为亚中着丝粒染色体(sm)，No. 9 介于亚中和亚端之间(sm／st)，其余均为中着丝粒染色体；在 No. 6 的短臂上有一个微弱的次缢痕，而且常常只在一条同源染色体上可见(见图版 I：A1，A2)。金江湍蛙的 Nos. 2、3、12、13 为亚中

(sm)，No. 9为亚端(st)，其余均为中着丝粒染色体。Nos. 6，10的短臂和No. 11的长臂上各有1个次缢痕(见图版Ⅱ：G)。绿点湍蛙的Nos. 2、3、8、11、13为亚中(sm)，No. 7为亚端(st)，其余均为中着丝粒染色体。在No. 6的短臂和No. 10的长臂上观察到了明显的次缢痕(见图版Ⅱ：J)。3种湍蛙染色体测量数据见表1。

表1 3种湍蛙中期染色体测量统计表(N=10)

Tab. 1 Measurements of metaphase chromosomes of 3 species of *Amolops* from Hengduan range

	棘皮湍蛙 *A. granulosus*		金江湍洼 *A. jinjiangensis*		绿点湍洼 *A. viridimaculatus*	
No.	相对长度(RL)	臂比值(AR)	相对长度(RL)	臂比值(AR)	相对长度(RL)	臂比值(RA)
1	15.08±1.09	1.16±0.12m	16.11±0.82	1.25±0.05m	15.48±0.92	1.21±0.06m
2	12.57±1.76	1.89±0.08m	13.24±0.70	2.12±0.13sm	12.56±0.94	1.94±0.24sm
3	10.86±0.77	2.04±0.14sm	11.40±0.49	2.67±0.21sm	11.28±0.63	2.36±0.27sm
4	10.62±0.48	1.42±0.06m	10.65±0.42	1.38±0.04m	10.77±0.68	1.52±0.11m
5	9.57±0.73	1.25±0.07m	9.83±0.58	1.27±0.03m	10.62±0.52	1.28±0.10m
6	7.30±0.52	1.13±0.07m	7.26±0.46	1.09±0.05m	6.43±0.47	1.17±0.09m
7	6.17±0.58	1.09±0.05m	5.78±0.29	1.16±0.02m	5.42±0.48	4.25±0.36st
8	5.56±0.34	1.27±0.08m	4.88±0.38	1.32±0.03m	5.34±0.28	1.82±0.17sm
9	5.24±0.38	2.87±0.16sm / st	4.58±0.29	4.48±0.13st	4.68±0.34	1.24±0.08m
10	4.44±0.26	1.20±0.09m	4.49±0.30	1.07±0.02m	4.54±0.38	1.32±0.07m
11	4.39±0.22	1.17±0.06m	4.24±0.37	1.15±0.03m	4.46±0.27	1.94±0.13sm
12	4.22±0.25	1.42±0.14m	3.82±0.32	1.80±0.06sm	4.25±0.25	1.58±0.07m
13	4.06±0.27	1.25±0.09m	3.48±0.32	1.73±0.04sm	4.08±0.27	2.63±0.12sm
Y*	6.26±0.47	1.32±0.07m				

* 为便于比较，该染色体的长度未计入单倍体总长；*t*-检验结果表明该染色体的RL和AR与No. 7差异不显著。

N=10，RL：relative length，AR：arm ratio。

2.2 Ag-NORs

3种湍蛙的Ag-NORs均位于No. 6的短臂上，与该染色体对上的次缢痕位置相对应(3种湍蛙的Ag-NORs核型分别见图版Ⅰ：C，Ⅱ：I，L)。

2.3 C-带

3种湍蛙的C-带带型差异比较大，分述如下：

棘皮湍蛙的C-带有3种类型：(1) 着丝粒C-带 除Nos. 1-5、8、9、11具有着丝粒C-带，其中Nos. 1、2、4、9的着丝粒C-带较显著，其余各对相对弱化，Nos. 6、7、10、12、13未观察到着丝粒C-带；(2) 居间区C-带 Nos. 2、3、6的短臂及Nos. 1、6、12的长臂上有居间区C-带，然而，强弱程度不同，Nos. 3、6短臂及No. 12长臂上居间区C-带比较显著，其余弱化；(3) 端带 几乎所有的大型染色体及部分小型染色体具有强弱不同的端部C-带，其中Nos. 2、3长臂上的端带最显著。需要特别指出的是雄性棘皮湍蛙的"Y"染色体整个短臂异染色质化，长臂上除靠近着丝粒的一小段为常染色质外，其余大部为异染色质，而着丝粒C-带却不存在(见图版Ⅰ：B)。

金江湍蛙的着丝粒C-带均较弱，除Nos. 1-3可见外，其余各对着丝粒C-带不明显；居间区C-带数目较多，Nos. 8、11具有明显的居间带，Nos. 3、6、7、12，有较弱的居间带；端带也比较多，Nos. 2、3、12、13端带比较显著。(见图版Ⅱ：H)。

绿点湍蛙各对染色体的着丝粒 C-带除 No. 9 较显著外，其余都很弱；居间带以 Nos. 7、9 长臂上的最显著，No. 6 的长臂，No. 10 的短臂上也有异染色质分布，但较弱； No. 3 长臂上的端带大而显著，其余各对的端带不明显(见图版Ⅱ：K)。

3 讨论

3.1 核型与带型的比较

3.1.1 核型比较 从 3 种湍蛙各对染色体形态上看 Nos. 1-6、10 基本一致。No. 7、8 在棘皮湍蛙和金江湍蛙是相似的，都是中着丝粒染色体，而在绿点湍蛙则 No. 7 为亚端，No. 8 为亚中； No. 9 在绿点湍蛙是中(m)，而在金江湍蛙则是亚中或亚端(sm／st)； No. 11 在绿点湍蛙是亚中(sm)，在另外两种是中(m)；Nos. 12、13 在 3 种中也各不相同，棘皮湍蛙均为中着丝粒(m)，金江湍蛙均为亚中(sm)，绿点湍蛙 m 和 sm 各有一对。

3 种湍蛙的次缢痕的数目和分布既有相同点，也有不同的地方。No. 6 的短臂上都有次缢痕，这是横断山湍蛙的共同特征(吴贯夫等，1985)。除此之外，金江湍蛙的 Nos. 10 和 11 及绿点湍蛙的 No. 10 上各有一个次缢痕，二者 No. 10 上的次缢痕位置不同，绿点湍蛙的在长臂上，而金江湍蛙则在短臂上。

综观 3 种湍蛙的核型，棘皮湍蛙和金江湍蛙的相似程度比较大，而绿点湍蛙的核型与前二者差异较大。这一结果与吴贯夫等(1985)结果一致。

表 2 3 种湍蛙 C-带的比较

Tab. 2 Comparison of C-banding pattern of 3 species of *Amolops*

	着丝点 C-带	居间区 C-带	端部 C-带
棘皮湍蛙	Nos. 6、7、10、12 无	2p*，3p，6p，1q，6q，	1—5 两端均有，9p，11p
A. granulosus	其余均有	12q	2q 和 3q 较显著
金江湍蛙	Nos. 1、3 明显，其余均很弱	3q，6q，7q，8q，11q，	2q，3q，12q，13q
A. jinjiangensis		12q	
绿点湍蛙	No. 9 显著；其余均较弱	6p	3q
A. viridimaculatus		7q，9q，10q	

* p：短臂；q：长臂

3.1.2 C-带比较 在无尾两栖类中，蛙科中有些种类的异染色质区非常多，平均每条染色体可多达 3—5 条，最多的可达 8 条(Schmid，1978)。本文报道的 3 种湍蛙与其他蛙类相比 C-带比较多，而且种间的差异比较大(3 种湍蛙的 C-带比较见表 2)，与我国已有报道的蛙类 C-带资料相比，湍蛙的异染色质区也是比较多的。King(1991)指出，在两栖动物的染色体进化中，比较高等的种类异染色质比较多。湍蛙类的异染色质多，可能说明它们的核型是比较特化的，这与湍蛙类形态比较特化相吻合。3 种湍蛙中，棘皮湍蛙的 C-带最丰富，特别是居间区 C-带和端带数目较多，绿点湍蛙的 C-带较少，金江湍蛙居于二者之间。比较后发现，3 种湍蛙各对 C-带带型都不一致，这与吴政安等(1987)的结果相同。在已有 C-带报道的蛙类中，核仁组织者区的 C-带一般较强，而本文报道的 3 种湍蛙中，棘皮湍蛙的相应位置有较明显的 C-带，绿点湍蛙和金江湍蛙 No. 6 上 Ag-NORs 相应位置的 C-带则并不明显。

3.1.3 Ag-NORs的比较 3种湍蛙的Ag-NORs都位于No. 6的短臂上，与该对染色体上的次缢痕位置相对应，在其他次缢痕位置上没有发现有活性的核仁组织者区。绿点湍蛙的Ag-NORs只在少数中期分裂相中观察到，这可能是由于转录活性较低的原因。

3.2 关于棘皮湍蛙的性染色体

脊椎动物中，两栖动物的性染色体尚处于起始阶段，大多数两栖动物没有发现异形性染色体。目前已发现的性别决定型主要有两种，即XX／XY和ZZ／ZW型，此外还有特殊的复合性染色体，以及OO／WO型等(李树深，1991； Schmid，1991)。两栖类的性染色体起源似乎是多元的，互相独立的，一般说来，同属动物的性别决定型是同一种类型，尽管它们的性染色体形态特征差异比较大(Schmid，1991)。在湍蛙中，吴贯夫(1984)报道了四川湍蛙(*A. manzurum*)的XX／XY性别决定型和凉山湍蛙(*A. liangshangensis*)中可能存在的复合性染色体。本研究在所有的棘皮湍蛙雄性个体中都发现有一条不能配对的染色体，开始观察到时，认为可能有一条超数染色体，后来经过认真比较后，确定应是性染色体而不是B-染色体，理由有三：(1) 该染色体始终与雄性个体相联系，从未在雌性中发现，也就是说它可能与性别决定有关；(2) 从形态上看，该染色体比多数小型染色体都大，其相对长度介于No. 6和No. 7之间。B-染色体一般比常染色体明显地小，形态上与常染色体差异明显；(3) 所有雄性个体或同一个体的不同细胞中都存在，没有数目差异。B-染色体在个体间或同一个体不同细胞间存在数目上的差异，它的存在与否并不影响动物的个体发育。雄性棘皮湍蛙中发现的“额外”染色体的特征与B-染色体的遗传特征不同，由此可以认定是性染色体。C-带显示表明，该染色体几乎全部异染色质化，与高度特化的Y或W染色体有相似的特征，因此，可能是高度特化的Y染色体。在核型和带型的比较中，我们没有发现其他与性别相关的异型染色体对。因此，我们目前还只能确定该染色体为Y染色体，至于棘皮湍蛙的性别决定型为OO／YO，还是复合性染色体决定型，如XX／XY_1Y_2，还不能作出准确的判断，这有待对棘皮湍蛙的减数分裂和灯刷染色体等进行进一步研究后方可作出肯定结论。

值得一提的是，吴贯夫等(1985)报道的四川峨边产棘皮湍蛙的核型中没有发现异形性染色体，文中提到他们所用的标本与棘皮湍蛙模式标本在体形和色斑上有差异。与本研究结果相比，次缢痕的数目和分布上也有明显差异。吴政安等(1987)报道的四川茂汶棘皮湍蛙的核型与本文结果相似，但C-带带型有差异，没有发现性染色体(他们的研究中所用的棘皮湍蛙只有1个次成体，茂汶标本是否有性染色体，还有待进一步研究)。因此，我们认为可能存在潜隐种，这尚需进一步研究棘皮湍蛙地模标本后作出结论。

3.3 关于金江湍蛙的分类地位

苏承业等(1983)依据云南德钦和中甸标本订立了新亚种四川湍蛙金江亚种(*Staurois(=Amolops) mantzorum jinjiangensis*)，1986年又由亚种改为种；吴贯夫等(1984)依据四川昭觉产的湍蛙的核型与四川湍蛙及其他湍蛙差异较大，确定为新种凉山湍蛙(*A. liangshanensis*)。后来认为二者是同一种(Yang，1991； Zhao等，1993)，有的学者采用*A. jinjiangensis*种名，有的采用*A. liangshanensis*种名。由于订立凉山湍蛙时染色体特征是主要鉴别特征，而金江湍蛙则是以形态特征为依据订立的，我们由金江湍蛙地模标本作出的核型与吴贯夫等报道的凉山湍蛙核型差异显著：(1) 金江湍蛙中未发现任何形式的性染色体，吴贯夫等(1984)报道的凉山湍蛙具有性染色体；(2) 二者的染色体形

态差异显著，凉山湍蛙的 Nos. 3、8 为亚中着丝粒染色体，其余均为中着丝粒，而金江湍蛙 Nos. 2、3、12、13 为亚中，No. 9 为亚端；(3) 次缢痕的数目和分布有差异，金江湍蛙的 No. 11 上有次缢痕，凉山湍蛙则无；凉山湍蛙的 No. 3 短臂上有显著的次缢痕，而在金江湍蛙的该对染色体上从未观察到。据此，我们认为，金江湍蛙和凉山湍蛙很可能是不同的种，二者可能都是独立有效种。然而，只依据核型资料尚不能肯定二者之间的关系，由于凉山湍蛙未作形态描述，我们建议应对二者进行比较和描述，同时为了澄清二者之间的关系，进行分子生物学特征的比较也是十分必要的。

致谢　吴贯夫先生协助采集实验动物，特此致谢。

图 版 说 明

图版 I：

A–C：棘皮湍蛙的核型(A1：雄性；A2：雌性)，C–带(B：雄性)，Ag–NORs(C：雄性)；

D–F：雄性(D、E)和雌性(F)棘皮湍蛙的中期相.

A1–C：Karyotype(A1：male；A2：female)，C–banding(B：male) and Ag–NORs(C：male) of *A. granulosus*；

D–F：Metaphase plates of male(D，E) and female(F) of *A. granulosus*.

图版 II：

G–I：金江湍蛙的核型(G)，C–带(H)，Ag–NORs(I)；

J–L：绿点湍蛙的核型(J)，C–带(K)，Ag–NORs(L).

G–I：Karyotype(G)，C–banding(H) and Ag–NORs(I) of *A. jinjiangensis*；

J–L：Karyotype(J)，C–banding(K) and Ag–NORs(L) of *A. viridimaculatus*.

参 考 文 献

刘承钊，胡淑琴，1961. 中国无尾两栖类. 北京：科学出版社. 1—364.

李树深，1991，两栖动物的染色体及其演化. 动物学杂志，**26**(2)：47—52.

杨大同，苏承业，利思敏，1983. 云南横断山两栖爬行动物研究. 两栖爬行动物学报，**2**(3)：37—49.

苏承业，杨大同，利思敏，1986. 横断山湍蛙属一新种. 两栖爬行动物学报，**5**(3)：204—206.

杨大同(主编)，利思敏，刘万兆等，1991. 云南两栖类志. 北京：中国林业出版社. 1—259.

庞家庆，刘志君，1992. 中国湍蛙属*Amolops* (Anura：Ranidae)的种上分类. 两栖爬行动物学论文集. 成都：四川科学技术出版社. 101—109.

吴政安，谭安鸣，赵尔宓，1987. 横断山四种湍蛙的细胞遗传学研究. 遗传学报，**14**(1)：63—68.

吴贯夫，赵尔宓，1984. 无尾类中两种罕见的核型——四川湍蛙及凉山湍蛙的核型. 两栖爬行动物学报，**3**(4)：5—9.

吴贯夫，赵尔宓，1985. 横断山湍蛙属染色体组型的研究. 两栖爬行动物学报，**4**(4)：276—282.

吴贯夫，谭安鸣，赵尔宓，1987. 康定湍蛙为有效种的细胞学证据. 两栖爬行动物学报，**6**(4)：39—41.

Green D M，1991. Supernumerary chromosomes in amphibians. In：Green D M Sessions S K (eds.). Amphibian cytogenetics and evolution. San Diego，California，U S A：Academi Press，333-358.

Green D M, Bogart J P, Anthony E H *et al*, 1980. An interactive, micro-computer-based karyotype analysis system for phylogenetic cytotaxono. *Coput. Biol. Med.*, **10**: 219-227.

King M, 1991. The evolution of heterochromatin in the amphibian genom. In: Green D M, Sessions S K (eds.), Amphibian cytogenetics and evolution. San Diego, California, U S A: Academic Press. 359-392.

Schmid M, 1978. Chromosome banding in Amphibia: Ⅰ. Constitutive heterochromatin and nucleolus organizers regions in Ranidae, Microhylidae and Rhacophoridae. *Chromosoma*, **68**: 131-148.

Schmid M, Nanda I, Steilein C *et al*, 1991, Sex-determining mechanisms and sex chromosomes in Amphibia, In: Green D M, Sessions S K (eds.), Amphibian cytogenetics and evolution. San Diego, California, U S A: Academic Press. 393-430.

Zhao E M, Adler K, 1993, Herpetology of China, Published by society for the study of amphibians and reptiles in cooperation with Chinese society for the study of amphibians and reptiles.

Yang D T, 1991, Phylogenetic systematics of the *Amolops* group of ranid frog of southeastern Asia and the Great Sunda Islands. *Fieldana, Zoology*, new series, 63: 1-42.

A COMPARATIVE STUDY ON KARYOTYPE AND CHROMOSOME BANDING OF THREE SPECIES OF *Amolops* FROM SOUTHEASTERN CHINA

Liu Wanzhao Yang Datong

(*Kunming Institute of Zoology, The Chinese Academy of Sciences, Kunming* 650223)

Abstract

Karyotype, C-banding pattern and Ag-NORs of three species of *Amolops*, *A. granulosus*, *A. jinjiangensis* and *A. viridimaculatus* were examined and presented. Karyotypes of three species had 2n=26 chromosomes consisting of 5 large and 8 small piars, are similar in many other species of the family Ranidae. They differ from each other both in chromosome shapes and the positions of secondary constrictions. C-banding technique revealed that the number of heterochromatic sections was high in chromosomes of three examined species, especially in chromosomes of *A. granulosus*. It is the same case for all three species examined here, that Ag-NORs were localized in the short arms of pair No. 6, in coincidence with secondary constrictions.

The males of *A. granulosus* are unique in having an extra-chromosome in *Amolops*, which is tentatively recognized as Y chromosome. This Y chromosome resembles pair No. 7 in chromosome shape, but differs from all the other chromosomes in having large amount of heterochromatin.

Karyological characteristics strongly support the assignment of *A. jinjiangensis* as a distinct species.

Evolutionary and taxonomic implictations of the finding were also discussed.

Key words　*Amolops*，Karyotype，C-banding pattern，Ag-NORs

《动物学研究》征稿简则

1. 本刊是国内外公开发行的动物学科综合性学术刊物。主要刊登进化生物学、动物分类与区系、保护生物学、动物生态与行为、形态学、细胞学、遗传学、动物生理学、生物化学以及动物学科领域的新理论、新概念、新方法、新技术方面具有较高水平的研究论文、简报和国内外动物学科的进展、综合性评述等。

2. 来稿要求论点明确、数据可靠、叙述精练、用语确切、文字合乎规范。研究论文（包括图表、中外文摘要和参考文献）每篇以 8000 字为限，超过部分加倍收取发表费。简报以 2000 字为限。题目要简明准确，全题不超过 30 字，一般不用副题。中外文关键词 3 至 5 个。中文摘要不超过 200 字。摘要应包括目的、方法、结果和结论。外文稿需附 1000 字左右的中文摘要。简报仅附英文题目和中外文关键词。外文部分国内作者姓名和地名均采用汉语拼音拼写。

3. 来稿一律用钢笔缮写在 16 开方格稿纸上或打印，标明每页的字数。无论缮写或打印均应清晰、工整。来稿须一式两份（原稿和复印件各 1 份），只寄复印件概不接收。正确使用简化汉字（以《新华字典》最新版本为准）。计量单位采用国家公布的统一标准和符号。外文、学名和公式、符号用打字机打出，分清大写、小写和正、斜体。排斜体的外文在字母下划一横线；排黑体者划一波纹线。上、下角的字母、符号、数码位置要准确标明。容易混淆的字母、符号，在第 1 次出现时用铅笔标明文种。凡涉及译名在第 1 次出现时附注原文。

4. 图稿用绘图纸以黑墨绘制，图题、图注采用中英文并写（中上、英下），图中文字用铅笔正楷注明。地图用地图出版社发行的最新空白地理底图绘制；插图依照中文出现的先后顺序编排，并在文内标明位置，于空位下写明图号、图题及说明；照片必须清晰，采用原始照片，并标明序号；胶版图按 21×14 cm 规格拼贴（包括图题）。每篇论文可附一版黑白胶版图。

5. 论文中附表，选用与论文最相关的内容列表。依照文中出现的先后顺序编号，并在文内标明位置，在空位上写明表号、表题和说明。避免表、图内容重复或跨页排印的大表。表题、表注中英文并写（中上、英下）。

6. 参考文献只列作者参阅的主要文献，不编号，附于文末。未公开发表的资料勿列人。参考文献按中文、日文、西文、俄文的次序编排。中文按姓氏笔划为序，其余文种按字母顺序排列。文后参考文献著录格式采用国家标准（GB 7714-87）中的“作者-出版年”制，即期刊书写格式为：作者，年份. 题目. 期刊名称，卷（期）：页码. 例如：

刘湘生，1980. 关于我国主题法和分类法检索体系标准化的浅见. 北图通讯，(2)：19—23.

书籍文献书写格式为：作者，年份. 书名. 出版地：出版社. 页码. 例如：

武汉大学图书馆学系编，1980. 目录学研究资料汇辑：第四分册外国目录学. 武汉：武汉大学图书馆学系. 173—178.

中国作者的汉语拼音须写全名。外文期刊名下划一横线，卷号下划一波纹线。

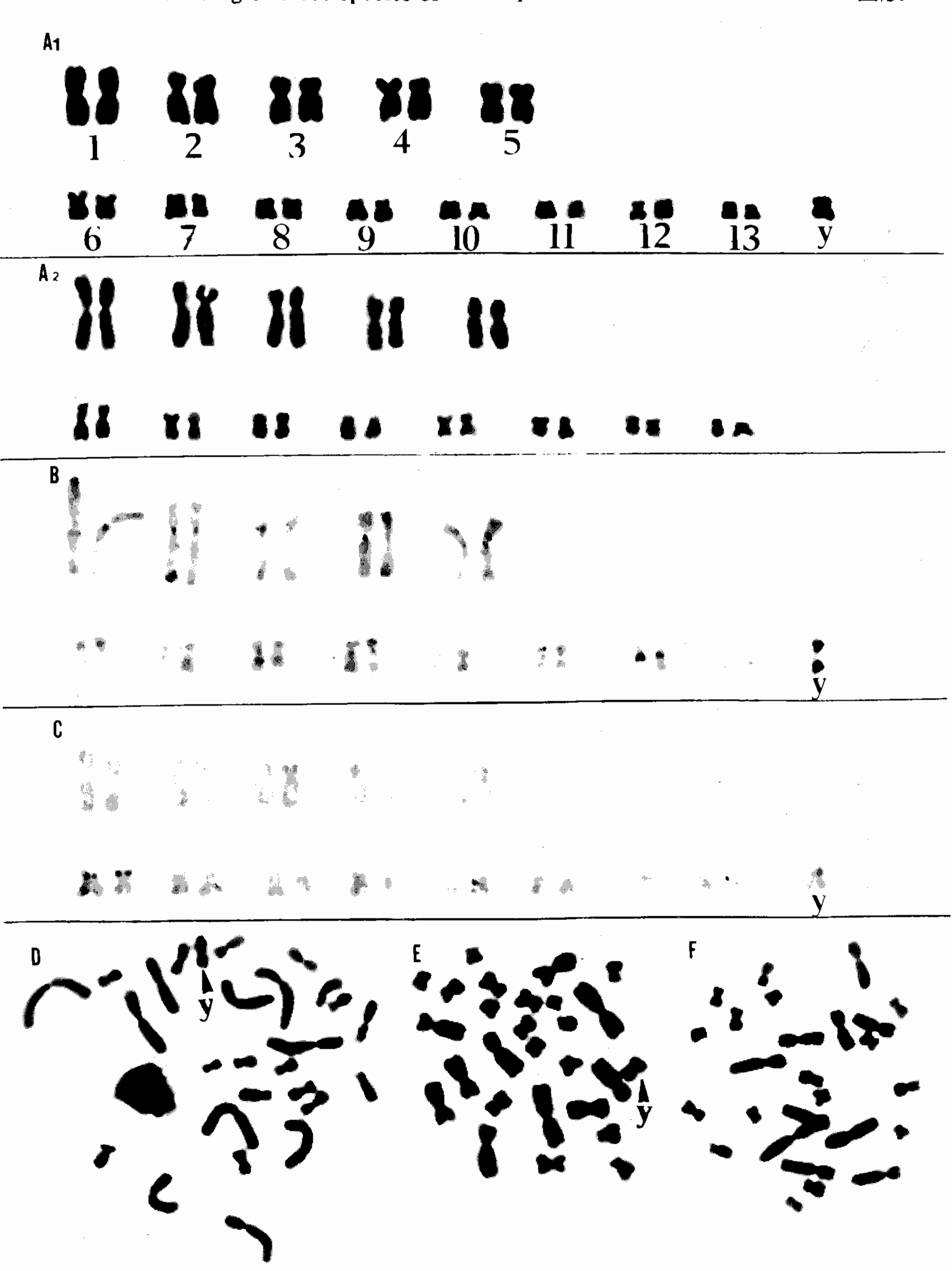
7. 来稿请写明详细通讯地址，邮政编码，并附工作单位推荐信。勿一稿两投（包括国内外）。不符合本刊技术要求的稿件一律退作者修改。不拟刊登的稿件，原稿恕不退还。

8. 本刊对来稿有权修改。退修稿件请在 1 月内寄还，超过 6 个月，按自动退稿处理。

9. 本刊试行收取审理费和版面费。稿件一经发表，酌致稿酬。论文作者赠送当期本刊 1 册，抽印本 30 份。简报作者只赠送当期本刊 1 册。

10. 本刊编辑部地址：昆明市教场东路 32 号中国科学院昆明动物研究所《动物学研究》编辑部　650223。

《动物学研究》编辑部



(图版说明在正文内)

图版 II

G

J

H

K

I

L

(图版说明在正文内)